



(19)

(11) Publication number: 11144892 A

Generated Document

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 09363082

(51) Intl. Cl.: H05H 1/46 C23C 16/50 H01L 21/205

(22) Application date: 12.11.97

(30) Priority:

(43) Date of application  
publication: 28.05.99(84) Designated  
contracting states:

(71) Applicant: TANAKA SAKAE

(72) Inventor: TANAKA SAKAE

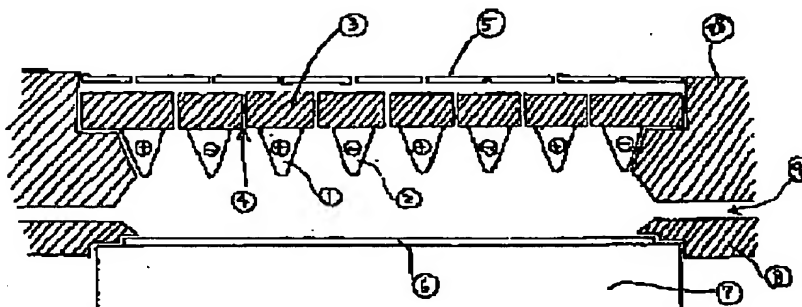
(74) Representative:

## (54) PLASMA DEVICE

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce unevenness in large size film formation, ion damage, increase of fixed charge in an insulating film, and the like by impressing high-frequency voltage different in polarity each other with a discharge electrode comprising plural electrodes facing horizontally to a substrate stage so as to generate discharge laterally.

**SOLUTION:** A glass substrate 6 is mounted on a substrate heating stage 7 to be fitted via a substrate fixing plate 8. A discharge electrode with plural electrodes 1, 2 fixed to an insulating plate 3 is arranged facing in parallel to the stage 7. The electrodes 1, 2 are preferably composed of Mg, Al, or their alloy, and have a cross-sectional shape of triangle, trapezoid, semicircle, T-shape, or the like. In this plasma generator, reaction gas fed from an injection port 4 drilled to the insulating plate 3 in the intermediate position between the electrodes 1, 2 through a homogeneously diffusing plate 5 is introduced into a chamber. Two- or three-phase high-frequency voltage is impressed thereafter, and lateral-directional discharge is generated between the odd group electrode 1 and the even group electrode 2 as mutually different electrodes to form the reaction gas into plasma.



COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(11)特許出願公開番号

特開平11-144892

(43)公開日 平成11年(1999)5月28日

FI

**A**

C 2 3 C 16/50

H0 1 L 21/205

審査請求 未請求 請求項の数13 書面 (全 8 頁)

(71)出願人 598003690

田中 榮

茨城県猿島郡五霞町原宿台 1-5-5

(72)発明者 田中 榮

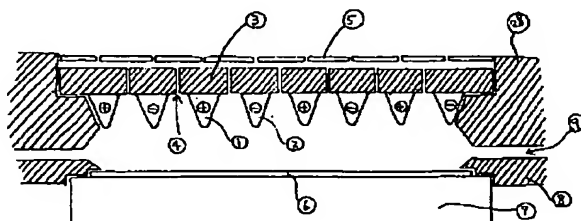
茨城県猿島郡五霞町原宿台1-5-5

(54) 【発明の名称】 プラズマ装置

(57) 【要約】

【目的】液晶表示装置に用いられている薄膜トランジスタ素子を形成するプラズマCVD装置を大型化するとき  
に問題となる、成膜の不均一性、薄膜トランジスタ界面  
のイオンダメージ、高速成膜による絶縁膜中の固定電荷  
の増大などを低減し、超大型アクティブマトリックス液  
晶表示装置の量産を実現する。

【構成】ガラス基板に対向する放電電極が複数の電極から構成されており、それぞれの電極は、互いに極性の異なる高周波電圧を印加され横方向の放電を生じるように配置されている。反応ガスは、電極と電極のあいだから放出される。横電界の放電プラズマ中に放出されたガスは、プラズマ反応を生じた後ガラス基板側の方向に拡散し、ガラス基板に堆積する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ガラス基板をのせるステージと前記ステージに水平に対向している放電電極から構成されているプラズマ発生装置において、前記放電電極が、複数の電極から構成されており、それぞれの電極は互いに極性の異なる高周波電圧を印加されステージに対して水平な横電界を形成し、横方向の放電が生じることを特徴とするプラズマ発生装置。

【請求項2】特許請求の範囲第1項において、分離されている放電電極と放電電極のあいだに穴かスリットをもうけ、ここから反応ガスを反応チャンバー内におくりこむ構造を特徴とするプラズマ発生装置。

【請求項3】特許請求の範囲第2項において、それぞれに分離されている複数の放電電極を交互に連結し2群にわけて、2相の高周波電圧を印加して横放電させることを特徴とするプラズマ発生装置

【請求項4】特許請求の範囲第2項において、それぞれに分離されている複数の放電電極を交互に連結し3群にわけて、3相の高周波電圧を印加して横放電させることを特徴とするプラズマ発生装置。

【請求項5】特許請求の範囲第2項において、複数の別々の電極を電氣的に連結してガラス基板に対して縦放電させたり、2つ以上の電極群に分離させ横方向放電を生じさせたりして、ステージに対して放電モードを切り換えることが可能なプラズマ発生装置。

【請求項6】特許請求の範囲第2項において、複数の放電電極が電極を固定している絶縁体の中にうめこまれており電極と電極のあいだの穴から、反応ガスを反応チャンバー中におくりこむ構造を特徴とするプラズマ発生装置。

【請求項7】ガラス基板をのせるステージと、前記ステージに水平に対向している放電電極から構成されるプラズマ発生装置において、前記放電電極がハニカム形状となっており、このハニカム電極に高周波電圧を印加しステージに対して垂直な方向に電界を発生させ、縦方向の放電が生じることを特徴とするプラズマ発生装置。

【請求項8】特許請求の範囲第7項において、ハニカム電極の穴には、反応ガス放出口があり、この反応ガス放出口から反応ガスを反応チャンバー中におくりこむ構造を特徴とするプラズマ発生装置。

【請求項9】特許請求の範囲第7項においてハニカム電極の開口部の径よりもハニカム電極の穴の深さの方が大きいことを特徴とするプラズマ発生装置。

【請求項10】特許請求の範囲第2項において、ガラス基板をのせているステージにプラスまたは、マイナスのDC電圧を印加したり、DCバイアス電圧のかかった高周波電圧を印加することができることを特徴とするプラズマ発生装置。

【請求項11】ガラス基板をのせるステージの表面がハニカム形状となっており、ガラス基板を持ち上げるリフ

ターのピンがハニカムの穴から出てきてガラス基板ささえる機構を特徴とするステージ。

【請求項12】特許請求の範囲第1項、第7項に用いられる放電電極材料がマグネシウムか、マグネシウムを主体とする合金、または、アルミニウムか、アルミニウムを主体とする合金であることを特徴とするプラズマ発生装置。

【請求項13】特許請求の範囲第7項において、ハニカム放電電極と同じ形状のハニカムシールド電極を絶縁スペーサーではりあわせた構造のプラズマ発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】アクティブマトリックス液晶パネルを製造するときに使用するプラズマCVD装置やドライエッチング装置、プラズマアッシング装置に関するもので特に超大型基板に適用可能である。そのほかに本発明は、Siウェーハを用いるLSIプロセスにも同様に適用可能である。

【0002】

【従来の技術】ガラス基板をのせるステージと、そのステージに対向して放電電極を配置している。放電電極は一体化しており電極の表面に多数の穴をあけその穴から反応ガスを放出し放電させる。ガラス基板と放電電極の空間は通常20mm以上あいている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の平行平板型一体化放電電極構造のプラズマ発生装置で放電ガス圧力を高くしていくとバツェンの法則により放電電極とステージの空間を小さくしていかないと放電開始電圧と放電維持電圧が非常に高くなってしまふ。放電開始電圧が高くなると、放電のはじまる時に、ステージの上にガラス基板側に放電ダメージを与えやすくなり、薄膜アモルファス・トランジスタ素子の特性をいじめるしく低下させてしまふ。さらに従来の平行平板型一体化放電電極構造のプラズマ発生装置では、ガラス基板の大型化にともない放電電極を大型化していくとガラス基板に均一にアモルファスSi薄膜を堆積していくことがむずかしくなり、放電ガス圧力を低くする方向で均一堆積を実現している。放電ガス圧力が低くなると堆積速度も低くなりスルーラットが低下するという問題が発生します。放電ガス圧力を低くするとプラズマ中のイオンの平均自由行程の距離が長くなりイオンの運動エネルギーが大きくなりガラス基板にダメージを与えるので膜質が悪化する傾向にある。堆積速度を向上させるために放電の高周波の周波数を大きくする方法も可能であるが大型基板に用いる場合電源のコストが大きくなり装置の設計もむずかしくなる。さらに放電パワーを大きくすると従来の場合ガスの放出口でアーキング現象が発生し、放電電極が破壊される問題も多発していた。

【0004】本発明のプラズマ発生装置は、上記の課題

を解決するもので、その目的とするところは、ガラス基板を大型化するとき問題となる成膜の不均一性、薄膜トランジスタの界面のイオンダメージ、高速成膜による絶縁膜中の固定電荷の増大などを低減することで、薄膜トランジスタの特性を向上し、超大型ガラス基板を用いた超大型液晶表示装置を実現することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】前記従来の課題を解決し、その目的を達成するために次の手段をとる。

〔手段1〕ガラス基板をのせるステージと前記ステージに水平に対向している放電電極から構成されるプラズマ発生装置において、前記放電電極を複数の電極から構成し、それぞれの電極には、互いに極性の異なる高周波電圧を印加し、ステージに対して水平な横電界を発生させ、横方向の放電が生じるようにした。

【0006】〔手段2〕手段1において、分離されている放電電極と放電電極のあいだに、穴か、スリットをもうけ、この部分から反応ガスを反応チェンバー内におくりこむようにした。

【0007】〔手段3〕手段2において、それぞれ分離されている複数の放電電極を交互に連結し2群にわけ、それぞれの群に位相の異なる2相の高周波電圧を印加して、ステージに対して水平な方向に放電させた。

【0008】〔手段4〕手段2において、それぞれ分離されている複数の放電電極を交互に連結し3群にわけ、それぞれの群に位相の異なる3相の高周波電圧を印加して、ステージに対して水平な方向に放電させた。

【0009】〔手段5〕手段2において、それぞれ分離されている複数の放電電極をすべて電気的に連結させ同相の高周波電圧を印加して、ステージに対して垂直方向の縦放電を発生させたり、電気的に2つ以上の電極群に分離してステージに対して水平方向の横放電を発生したりして、ステージに対して放電モードを切り換えることが可能なようにした。

【0010】〔手段6〕手段2において、複数の分離されている放電電極が電極を固定している絶縁体の中にうめこまれており、電極と電極のあいだの穴やスリットから反応ガスを反応チェンバー内におくりこむ構造とした。

【0011】〔手段7〕ガラス基板をのせるステージと、前記ステージに水平に対向している放電電極から構成されるプラズマ発生装置において、前記放電電極がハニカム形状となっており、このハニカム電極に高周波電圧を印加し、ステージに対して垂直な方向に電界を発生させ、縦方向の放電が生じるようにした。

【0012】〔手段8〕手段7において、ハニカム電極の穴のおくに、反応ガス放出口があり、この反応ガス放出口から反応ガスを反応チェンバー内におくりこむ構造とした。

【0013】〔手段9〕手段7において、ハニカム電極

の開口部の径よりもハニカム電極の穴の深さの方が大きい構造とした。（電極の表面積を大きくした。）

【0014】〔手段10〕手段2において、ガラス基板をのせているステージにプラスまたはマイナスのDC電圧を印加したり、DCバイアス電圧のかかった高周波電圧を印加することができるようにした。

【0015】〔手段11〕ガラス基板をのせるステージの表面がハニカム形状となっており、ガラス基板を持ち上げるリフターのピンがハニカムの穴から出てきてガラス基板をささえられるようにした。

【0016】〔手段12〕手段1、手段7に用いられる放電電極材料にマグネシウムか、マグネシウムを主体とする合金、または、アルミニウムか、アルミニウムを主体とする合金を用いた。

【0017】〔手段13〕手段7において、ハニカム放電電極と同じ形状のハニカムシールド電極を絶縁スペーサーをかいしてはりあわせた構造とした。

【0018】

【作用】放電電極を複数の分割し、それぞれに位相の異なる高周波電圧を印加することでステージに水平方向の放電を生じさせる。この横方向放電の場合にはステージの上のガラス基板には、イオンや電子がふりそそぐことがないので放電ダメージが激減する。薄膜トランジスタの特性を最も支配するゲート絶縁膜と半導体層の界面を形成する時に界面に放電ダメージを得えないようにすることが重要である。ゲート電極が下部にありゲート絶縁膜を堆積してから半導体層（ノンドープa-Si層）を堆積する逆スタガー型薄膜トランジスタが主流になっているのも、この界面形成時の放電ダメージが小さくできるからである。半導体層を堆積する時の放電パワー密度はゲート絶縁膜を堆積する時の放電パワー密度よりも1/4～1/10程度小さい。放電パワー密度を小さくすることで界面にダメージを得ないようにしている。従来の平行平板型のプラズマCVD装置では、放電電極とガラス基板の間にガラス基板と垂直方向に電界を印加させ縦方向に放電を生じさせている。このタイプのプラズマCVD装置では、放電パワー密度を小さくしても、原理的に放電ダメージをなくすることは不可能である。そのために放電ダメージを低減するためにはイオンの平均自由行程を小さくする必要があり、放電ガス圧力はできるだけ高い方がよい。しかし放電ガス圧が高いと放電開始電圧が高くなり、放電が開始する瞬間に、界面にダメージを得てしまう。さらに放電ガス圧が高いと放電電極のエッジ部分に放電がかたよってしまい均一な膜厚と膜質を得ることができなくなる。

【0019】本発明の横方向放電を用いると放電電極と放電電極の空間を10mm以下にすることができるのでガス圧力を高くしても放電開始圧は高くないし、放電の不均一性も生じない。ガス圧力を小さくしても横方向放電なので原理的に放電ダメージをガラス基板に得え

ることがない。放電条件の範囲が非常に広がるので薄膜トランジスタの特性を悪化させることなくダストの発生しない高速堆積条件を見つけることが可能である。

【0020】ガラス基板がメートルサイズほどの大きさになっての放電電極の重量も問題になってきます。従来のPCVDの放電電極の板厚は20mm以上もあり電極の交換も非常に大変です。本発明のハニカム電極は、重量を従来の1/3~1/4に低減できます。コストも従来の1/3程度まで低減可能です。従来の平行平板電極よりも穴の深さを深くできるので放電表面積を拡大できます。これにより放電電極付近の電位降下を低減できるのでプラズマ反応が放電電極側に集中するのを防止できる。そのために従来の電極よりもダストやパーティクルの発生を低減できる。異常放電がなくなる。

【0021】スループットと向上させ生産性をあげるために高周波電圧の周波数を従来の2倍、3倍にあげる方法が提案されているが、ガラス基板が大きくなればなるほど、電極の容量が大きくなり電極の表面抵抗も大きくなるので装置設計が非常にむずかしくなってくる。本発明の場合、横方向放電ではプラズマダメージが低減可能なので逆に大型化の場合には、放電周波数をさげる方向での検討が可能である。放電周波数をさげた場合、高周波電源の設計も簡単になり、PCVD装置の放電の安定性も向上する。

【0022】従来の平行平板型のプラズマ装置ではガラス基板をのせたステージの電位を変化させても放電電極とステージの間で縦方向放電が生じているために、ガラス基板の表面電位をコントロールすることはできなかったが本発明のプラズマ発生装置では、放電は、複数に分離された放電電極と放電電極の間で生じるためにガラス基板をのせたステージの電位を変化させることでガラス基板表面の電位をコントロールすることが可能となる。これにより絶縁膜を堆積する時に膜中にとりこまれる固定電荷の極性と固定電荷の数をコントロールすることができるようになるので絶縁膜の膜質を大幅に改善することができる。膜の応力のコントロールもしやすくなるので歩留りも向上することができる。

【0023】

【実施例】〔実施例1〕図1、図3、図4、図5、図7、図8、図9、図10、図22、図23は、本発明のガラス基板に対して水平方向に横放電させるための放電電極の断面図と、平面図である。2群に分離されている放電電極の断面は三角形や台形、半円形、T字形などいろいろな形状のものが考えられる。材質はアルミニウムかアルミニウムの合金を用いて表面を陽極酸化処理している。これらの放電電極は反応ガス放出口の穴のあいた絶縁板に固定されており、図2のように2群の電極に高周波電圧を印加して横方向放電を発生させる。

【0024】放電電極を図17のように3群に分離させ、それぞれに120度の位相のずれた三相高周波電圧

を印加することができる。印加電圧波形は、サイン波形だけでなく図18にあるように矩形の波形でも良い。図19にあるように変調のかかったサイン波形でも矩形波でも良い。

【0025】図7や図8には、放電電極を固定している絶縁板の裏側に放電がまわりこまないようにシールド板 $\Delta 20 \nabla$ や多孔質ガス拡散シールド電極 $\Delta 21 \nabla$ を設置している。図10ではガスの放出口の部分に強い電界がかからないようにガス放出口に近い放電電極の一部を円形にけずりとしています。図23は、反応ガス放出口を放電電極からとうざけた構造になっています。

【0026】図6は、放電電極を絶縁板中にうめこんだ構造になっています。この構造では、反応チャンバーの内面をすべてセラミックでおおうことができるので、堆積膜のはがれが生じにくくなります。

【0027】〔実施例2〕図12、図14、図16、図24、図26、図27は、本発明のハニカム放電電極を用いたプラズマ発生装置の断面図とハニカム放電電極の平面図である。従来のプラズマ発生装置は、図11にあるように板厚が25mm以上あるアルミ合金を陽極酸化したものを使用していた。メートルサイズの放電電極を、従来の構造で造る場合重量が非常に重くなり、メンテナンスの時に問題となっていた。さらに従来の場合ドリルによる1個1個の穴あけ加工なので製作コストも非常に高価なものになっていた。本発明のハニカム電極を用いれば重量を従来の1/3~1/4に低減でき、コストも大幅に低減可能となる。図15、図16、図26のようにハニカム放電電極の近くにアース電極を設置することで、反応ガス圧力を高くしても安定した放電を放電電極全面に均一に持続できる。図16の場合絶縁スペーサー $\Delta 17 \nabla$ のガス放出口④の部分に放電が集中し狭さく放電が生じる。 $\Delta 17 \nabla$ は耐熱性セラミックなので溶解しない。ハニカム電極の表面積は従来の放電電極よりも大きいので陰極降下電圧も小さくなり電極の発熱も小さくなる。ハニカムの開口径 $\Delta a \nabla$ を電子の平均自由行程よりも小さくし穴の深さ $\Delta b \nabla$ を $\Delta a \nabla$ よりも大きくすることでハニカム電極の穴の中の電子密度を上げることができる。ハニカム電極の材質をマグネシウムやマグネシウム合金の酸化物にすることで、電子密度をさらに向上することが可能となる。このことにより反応ガスのイオン化やラジカル形成をいちじるしく増大させることができるようになる。堆積の場合には堆積速度を向上することができ、ドライエッチングの場合には、エッチング速度を向上できる。アッシングの場合には、アッシングの速度を早くすることができる。

【0028】本発明のハニカム電極は、マグネシウム合金を使用する場合チクソモールディング法を用いて射出成形することが可能である。この場合にはコストをいちじるしく低下できる。ハニカムステージの製造にもチクソモールディング法を用いることができる。軽く、肉厚

を薄くでき、精度を向上できるので大面積のハニカム板を作るには適した製造方法である。

【0029】〔実施例3〕図20、図21が本発明のハニカム構造のステージの平面図と断面図である。ガラス基板との接触面積が小さいので、ガラス基板を持ち上げる時の静電気の発生が非常にすくなくすみずみ。ガラス基板が大きくなっても、ガラス基板のエッジ部分を持ってもちあげる必要がありません。ガラス基板のたわみの一番すくなくなる点にリフターのピンを設置することができるようになるので、ガラス基板の破壊などが生じなくなります。ガラス基板に応力がかからなくなるので、ガラス基板に形成された配線の断線も発生しなくなります。リフターピンの穴を利用してN<sub>2</sub>ガスを流してガラス基板の真空吸着をやぶることが可能となります。ガラス基板が大きくなればなるほどいろいろな効果が期待できるハニカム形状のステージは、真空装置のステージ用だけでなく、大気中で使用されるホットプレートなどの加熱乾燥装置のステージ用としても利用可能である。

【0030】

【発明の効果】本発明の横方向放電電極方式のプラズマCVD装置を用いることで界面ダメージのすくないすぐれた特性の薄膜トランジスタを形成することができる。電子移動度の向上により液晶パネルに利用する場合薄膜トランジスタのW/Lを小さく設計できるので、開口率を向上でき明るい液晶パネルを作ることができる。さらにW/Lを小さくできることは画素電極電位のゲート電極による影響を小さくできるので残像の問題を低減することができる。

【0031】さらに横放電型プラズマCVD装置を用いて絶縁膜を堆積する場合、ガラス基板のプラズマ電位を自由にコントロールできるので絶縁膜中の固定電荷量を低減することができる。これにより薄膜トランジスタ特性の信頼性を大幅に向上することができる。

【0032】本発明の横方向放電装置はプラズマCVD装置だけでなくプラズマドライエッチング装置、プラズマアッシング装置などにも適用可能であり、ガラス基板だけでなくSi単結晶基板にも用いることができ、応用範囲の非常に広い装置である。

【0033】本発明のハニカム放電電極を用いることで超大型ガラス基板用のプラズマ装置のメンテナンス作業がしやすくなり、放電電極のコストを低減することが可能となる。ハニカム放電電極の近くにアース電極を設置することで放電ガス圧力を高くしても電極全体に放電がひろがるので、高速堆積を実現でき、界面ダメージも低減できる。これにより生産性が向上する。

【0034】本発明のハニカムステージを用いることで超大型ガラス基板のリフトアップ時に静電気の発生が大幅に低減できガラス基板の破損が減少する。ガラス基板の歪曲がいちばん小さくなる部分にリフターピンを設置

することが可能なのでガラス基板上の配線パターンの断線も激減します。ハニカムステージの材質はアルミニウム合金でもマグネシウム合金でもよい。ステンレス系の合金でもよい。セラミックスの絶縁物でもよい。本発明ではハニカム形状を特色としているがストライプ状の形状でも効果は同じである。ハニカム形状では真空吸着の機能をもたせやすいが、ストライプ状では真空吸着の機能をもたせにくいのでスロットタイプの形状に変えるとよい。ストライプ形状の方がチクソモールド法を用いて作る場合作りやすく大幅なコストダウンが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の横方向放電電極を採用したプラズマ発生装置の断面構造図。(三角形)

【図2】 本発明の横方向放電電極への高周波電圧の印加図

【図3】 本発明の横方向放電電極の断面図。(台形)

【図4】 本発明の横方向放電電極の断面図。(半円形)

【図5】 本発明の横方向放電電極の断面図。(T字形)

【図6】 本発明のうめこみ型横方向放電電極の断面図。

【図7】 本発明の横方向放電電極の断面図。(三角形)

【図8】 本発明の横方向放電電極の断面図。(三角形)

【図9】 本発明の横方向放電電極の平面図。

【図10】 本発明の横方向放電電極の平面図。

【図11】 従来の縦方向放電電極を採用したプラズマ発生装置の断面構造図。

【図12】 本発明のハニカム放電電極を採用したプラズマ発生装置の断面構造図。

【図13】 本発明の縦方向放電電極の平面図。

【図14】 本発明のハニカム放電電極の平面図。

【図15】 本発明の縦方向放電電極を採用したプラズマ発生装置の断面構造図。

【図16】 本発明のハニカム放電電極を採用した縦方向プラズマ発生装置の断面構造図。

【図17】 本発明の横方向放電電極への高周波電圧の印加図。

【図18】 本発明の横方向放電電極へ印加するパルス電圧波形。

【図19】 本発明の横方向放電電極へ印加する変調高周波電圧波形。

【図20】 本発明のハニカムステージの平面図。

【図21】 本発明のハニカムステージの断面図。

【図22】 本発明の横方向放電電極の平面図。

【図23】 本発明の横方向放電電極を採用したプラズマ発生装置の断面構造図。

【図24】 本発明のハニカム放電電極を採用した縦方

向プラズマ発生装置の断面構造図。

【図25】 本発明のハニカム放電電極の平面図。

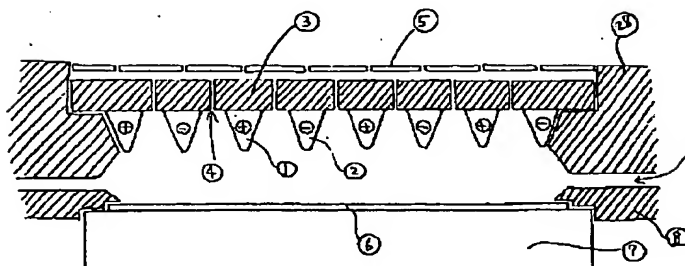
【図26】 本発明のハニカム放電電極を採用した縦方向プラズマ発生装置の断面構造図。

【図27】 本発明のハニカム放電電極の平面図。

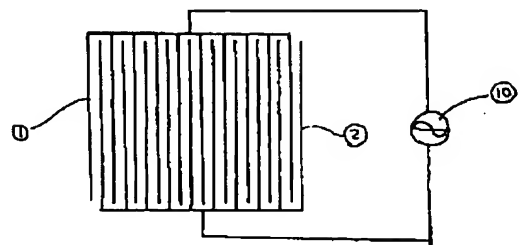
【符号の説明】

- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| 1 奇数群放電電極              | 15 穴のあいた一体型放電電極      |
| 2 偶数群放電電極              | 16 ハニカム型放電電極         |
| 3 放電電極固定絶縁板            | 17 絶縁スペーサー           |
| 4 反応ガス注入口              | 18 穴のあいた一体型アース電極     |
| 5 反応ガス均一拡散板            | 19 穴のあいた一体型放電電極      |
| 6 ガラス基板（またはSiウェハー）     | 20 シールド電極            |
| 7 ガラス基板加熱ステージ          | 21 多孔質ガス拡散シールド電極     |
| 8 ガラス基板固定板             | 22 高周波三相交流電源         |
| 9 反応ガス排気口              | a ハニカム電極の開口部の径       |
| 10 高周波交流電源             | b ハニカム電極の穴の深さ        |
| 11 断面が台形の放電電極          | 23 奇数群放電電極電圧波形       |
| 12 断面が半円形の放電電極         | 24 偶数群放電電極電圧波形       |
| 13 断面がT型の放電電極          | 25 ハニカムステージ          |
| 14 固定絶縁板の内部にうめこまれた放電電極 | 26 リフターピン            |
|                        | c 電極板と電極板の距離         |
|                        | d 電極板の深さ             |
|                        | h 電極板の先端からガラス基板までの距離 |
|                        | 27 シールドハニカム電極        |
|                        | 28 放電電極ホルダー          |
|                        | 29 ハニカムアース電極         |

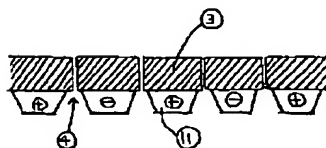
【図1】



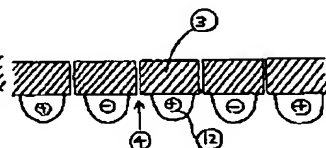
【図2】



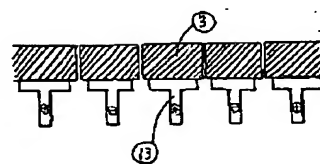
【図3】



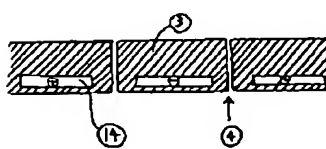
【図4】



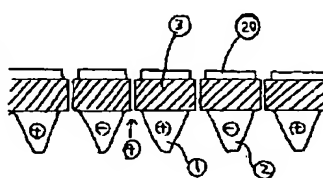
【図5】



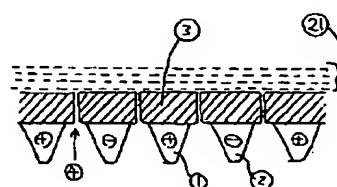
【図6】



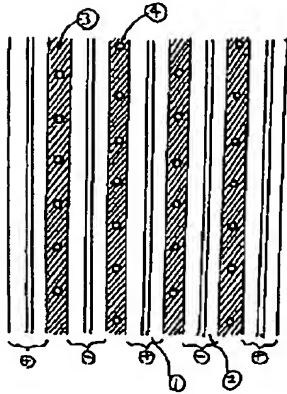
【図7】



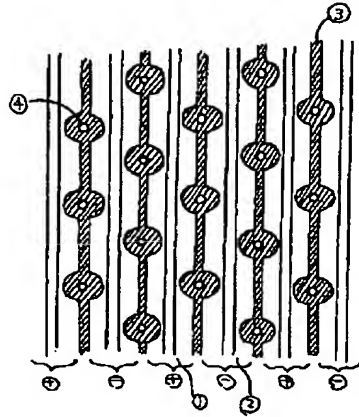
【図8】



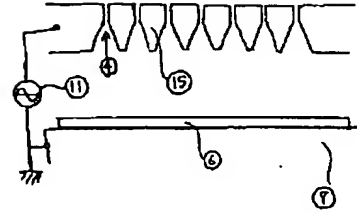
【図9】



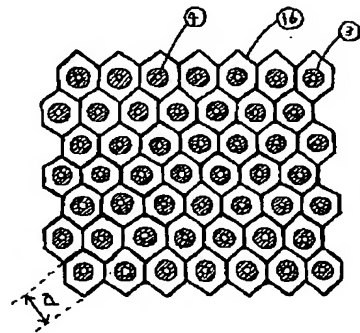
【図10】



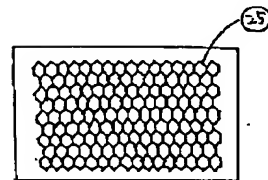
【図11】



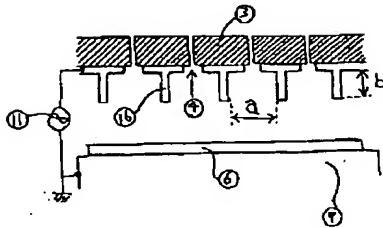
【図14】



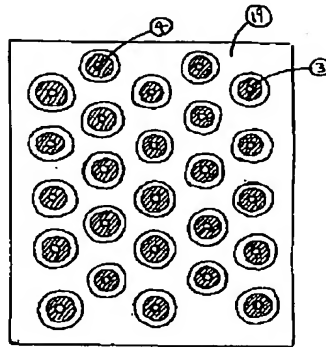
【図20】



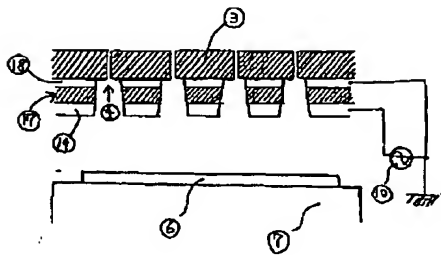
【図12】



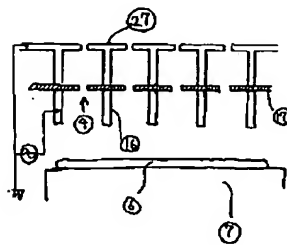
【図13】



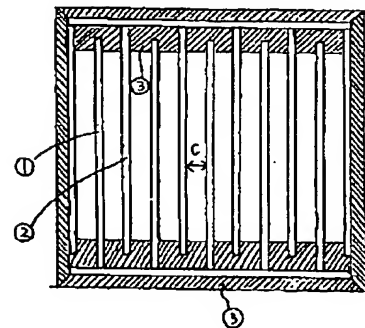
【図15】



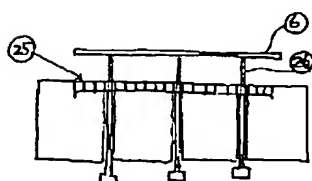
【図16】



【図22】

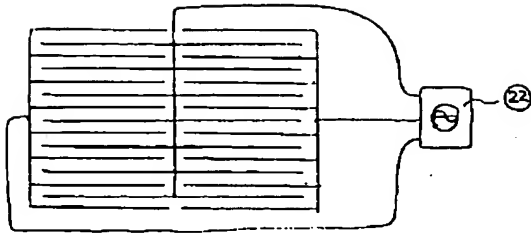


【図21】

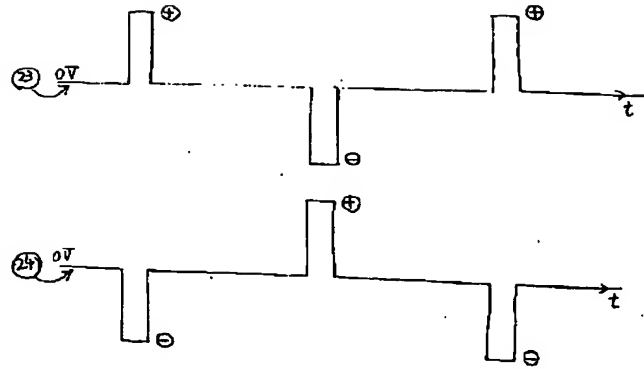




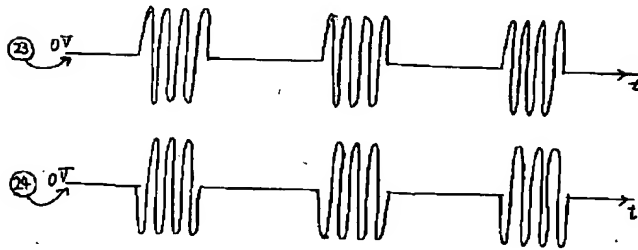
【図17】



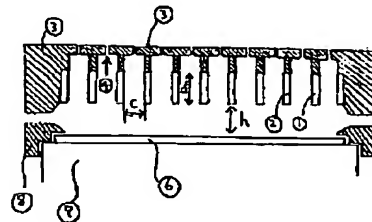
【図18】



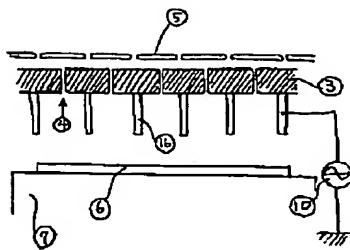
【図19】



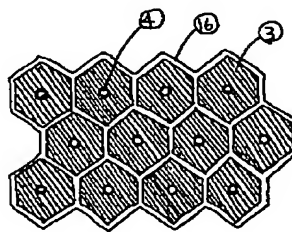
【図23】



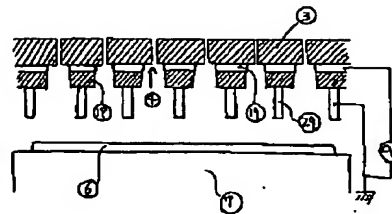
【図24】



【図25】



【図26】



【図27】

